

Optical arrangement for chip formed multiple semiconductor laser array

Patent number: DE19500513 (C1)

Publication date: 1996-07-11

Inventor(s): ULLMANN CHRISTOPH [DE]

Applicant(s): DILAS DIODENLASER GMBH [DE]

Classification:


- international: *G02B6/42; G02B27/09; H01S5/40; H01S3/00; H01S5/00; G02B6/42; G02B27/09; H01S5/00; H01S3/00; (IPC1-7): H01S3/025; G02B27/09; G02B27/30; H01S3/25*

- european: *G02B27/09F1; G02B6/42C8; G02B27/09; G02B27/09S2L2; G02B27/09S2P; H01S5/40H*


Application number: DE19951000513 19950111

Priority number(s): DE19951000513 19950111

Also published as:

 DE19544488 (A1)

Cited documents:

 US3396344 (A)

Abstract of **DE 19500513 (C1)**

The arrangement includes two collimating cylindrical lens groups (4,8,8'), a focussing lens (9), and a prism block (6,6',7,7'). The prism block diverts the laser beams from adjacent emitters or emitter groups (2) into a first plane so that the collimated laser beams (S1-S3) of adjacent emitters or emitter groups are parallel to each other in mutually offset beam planes in a second coordinate direction after passing through a second cylindrical lens arrangement (8). Images of all laser beams are formed in the common spatial region or focal point (3) by the focussing lens. The deflection devices are arranged in the beam path between a first and the second cylindrical lens arrangements so that the beams are parallel before entering the second cylindrical lens arrangement.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 195 00 513 C 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
H 01 S 3/025
H 01 S 3/25
G 02 B 27/09
G 02 B 27/30

⑳ Aktenzeichen: 195 00 513.9-33
㉔ Anmeldetag: 11. 1. 95
㉕ Offenlegungstag: —
㉖ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11. 7. 96

DE 195 00 513 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉗ **Patentinhaber:**
Dilas Diodenlaser GmbH, 55129 Mainz, DE

㉘ **Vertreter:**
Wasmeier, A., Dipl.-Ing.; Graf, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 93055 Regensburg

㉙ **Erfinder:**
Ullmann, Christoph, 53639 Königswinter, DE

㉚ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:**
US 33 96 344

㉛ **Optische Anordnung zur Verwendung bei einer Laserdiodenanordnung**

㉜ Die Erfindung bezieht sich auf eine neuartige Ausbildung einer optischen Anordnung zur Abbildung mehrerer in wenigstens einer Reihe angeordneter Emmitter oder Emmittergruppen wenigstens einer Laserdiodenanordnung in einem gemeinsamen Raumbereich oder Fokus-Punkt, wobei die Emmitter oder Emmittergruppen der wenigstens einen Reihe mit ihrer aktiven Schicht in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind, und zwar in einer ersten Achsrichtung (X-Achse) in einem vorgegebenen Abstand und wobei die optische Anordnung eine erste von wenigstens einer Zylinderlinse gebildete Zylinderlinsen-anordnung, die mit ihrer Zylinderachse in der ersten Achsrichtung (X-Achse) angeordnet ist und eine Kollimation der Laserstrahlen der Emmitter oder Emmittergruppen der wenigstens einen Reihe in einer ersten Ebene (Y-Z-Ebene) bewirkt, die senkrecht zur ersten Achsrichtung (X-Achse) angeordnet ist sowie die zweite und dritte Achsrichtung (Y-Achse; Z-Achse) dreier senkrechter Raumachsen einschließt sowie zur Kollimation der Laserstrahlen der Emmitter oder Emmittergruppen eine zweite Zylinderlinsen-anordnung besitzt, für eine Kollimation der Laserstrahlen in einer zweiten Ebene (X-Z-Ebene) und/oder in einer hierzu parallelen Ebene.

DE 195 00 513 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Kollimation der Strahlung einer Laserdiodenanordnung in zwei senkrecht zueinander sowie senkrecht zu einer optischen Achse liegenden Koordinatenrichtungen und zur nachfolgenden Fokussierung mit hoher Strahldichte, und dabei speziell auf eine Anordnung entsprechend Oberbegriff Patentanspruch 1.

Es ist bekannt, daß die Strahlung eines Halbleiterdiodenlasers durch einen stark divergierenden Strahl gekennzeichnet ist, und zwar im Gegensatz zu anderen konventionellen Laserstrahlquellen, deren Laserstrahl einen Durchmesser von wenigen Millimetern mit einer geringen Strahldivergenz im Bereich von wenigen mrad aufweist, während die Divergenz bei einem Halbleiterdiodenlaser größer als 1000 mrad ist.

Um die Strahlung eines Halbleiterdiodenlasers nutzen zu können sind kollimierende und fokussierende Mikrooptiken oder optische Anordnungen notwendig. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, daß eine Halbleiterlaserdiode in üblicher Weise mehrere Emittoren oder Emittorgruppen in einer Reihe aufweist, und zwar in einem Abstand von einigen 100 Mikrometern. Bei der Auslegung einer optischen Anordnung oder einer Mikrooptik ist daher zu berücksichtigen, daß die verwendeten Linsen so dicht an dem jeweiligen Halbleiterdiodenlaser bzw. an der entsprechenden Laseranordnung oder an dem Chip vorgesehen werden müssen, daß die Laserstrahlung der einzelnen Emittoren oder Emittorgruppen sich nicht bereits vor dem Eintritt in die optische Anordnung überlagert, da andernfalls aufgrund von unzulässigen oder unzutreffenden Auftreffwinkeln durch Streustrahlung erhebliche Strahlungsverluste auftreten.

Da weiterhin bei Halbleiterlaserdioden der Divergenzwinkel in der Ebene senkrecht zur aktiven Schicht (Fast-Axis) größer ist als in der Ebene der aktiven Schicht (Slow-Axis) ist auch dies bei der Auslegung der optischen Anordnung zu berücksichtigen.

Bekannt ist es, die divergierende Laser-Strahlung von Emittoren oder Emittorgruppen mit Hilfe zweier in einer optischen Achse hintereinander angeordneter Zylinderlinsen zu kollimieren, wobei durch eine erste Zylinderlinse eine Kollimation in der Fast-Axis, d. h. in der Achse senkrecht zur Ebene der aktiven Schicht und mittels einer zweiten, von der Laserdiodenanordnung weiter entfernten Zylinderlinse eine Kollimation in der Slow-Axis erfolgt.

Bekannt ist hierbei insbesondere auch eine optische Anordnung (US 3 396 344), bei der mehrere Laserdioden oder Emittoren bzw. Emittorgruppen in wenigstens zwei Reihen übereinander vorgesehen sind, wobei jede Reihe in einer ersten Koordinatenrichtung in der Ebene der aktiven Schicht mehrere Emittoren oder Emittorgruppen aufweist und die beiden Reihen in einer zweiten Koordinatenrichtung senkrecht zur aktiven Schicht gegeneinander versetzt sind. Zur Kollimation der einzelnen Strahlen ist dann für jede Reihe eine erste Zylinderlinse vorgesehen, und zwar für eine Kollimation in der zweiten Koordinatenrichtung (Fast-Axis). Für die Kollimation in der ersten Koordinatenrichtung (Slow-Axis) weist eine zweite Zylinderlinsenanordnung mehrere Zylinderlinsenelemente auf, die so vorgesehen sind, daß jedes dieser Zylinderlinsenelemente für die Laserstrahlen zweier übereinander angeordneter Emittoren wirksam ist, die in den beiden benachbarten Reihen einander zugeordnet und unmittelbar benachbart sind.

Da die einander benachbarten Zylinderlinsenelemente in der ersten Zylinderlinseneinrichtung, insbesondere aber in der zweiten Zylinderlinseneinrichtung für die angestrebte Kollimation eine bestimmte Linsenhöhe sowie einen bestimmten Krümmungsradius und damit auch bestimmte räumliche Abmessungen erfordern, ist ein relativ großer Abstand der einzelnen Emittoren oder Emittorgruppen in jeder Reihe notwendig. Dies bedeutet eine relativ geringe Belegungsdichte des die Laserdiodenanordnung bildenden Chips, obwohl von der Chiptechnologie her sowie auch unter Berücksichtigung der Entwicklung von leistungsstarken Kühlern eine weitaus höhere Belegungsdichte und damit eine weitaus höhere Ausgangsleistung möglich wären. Nachteilig ist weiterhin auch, daß sich bei der bekannten optischen Anordnung und insbesondere bei einer Vielzahl von Emittoren oder Emittorgruppen in jeder Zeile eine Abbildung bzw. eine Fokussierung der Laserstrahlen im Fokus-Punkt ergibt, bei der der Fokusedurchmesser in der ersten Koordinatenrichtung größer ist als in der zweiten Koordinatenrichtung.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine optische Anordnung aufzuzeigen, die bei relativ einfachem Aufbau die vorgenannten Nachteile vermeidet und insbesondere wesentlich kleinere Abstände zwischen den Emittoren oder Emittorgruppen einer Reihe solcher Emittoren oder Emittorgruppen und damit eine wesentlich höhere Belegungsdichte eines die Laserdiodenanordnung bildenden Chips sowie eine Erhöhung der Ausgangsleistung ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist eine optische Anordnung nach dem Patentanspruch 1 ausgebildet.

Die Besonderheit der Erfindung besteht darin, daß die Laserstrahlung benachbarter Emittoren oder Emittorgruppen einer Reihe so umgelenkt werden, daß diese Strahlen in unterschiedlichen, in der zweiten Koordinatenrichtung, d. h. beispielsweise in der Achse senkrecht zur Ebene der aktiven Schicht gegeneinander versetzten Strahlebenen in der ersten Koordinatenrichtung, d. h. in der Slow-Achse kollimiert werden, so daß auch die hierfür verwendeten Zylinderlinsenelemente der zweiten Zylinderlinseneinrichtung für die Kollimation in der Slow-Axis in diesen Strahlebenen angeordnet sind und sich somit in unterschiedlichen Strahlebenen angeordnete Zylinderlinsenelemente überlappen können. Hierdurch können kleine Abstände zwischen den einzelnen Emittoren oder Emittorgruppen und damit eine hohe Belegungsdichte realisiert werden. Beträgt die Anzahl der verwendeten Strahlebenen n und ist a der Abstand, den benachbarte Emittoren oder Emittorgruppen voneinander aufweisen, so ergibt sich an der zweiten Zylinderlinseneinrichtung ein Abstand der Zylinderlinsenelemente in jeder Strahlebene von $n \times a$, d. h. selbst bei kleinem Abstand a und bei hoher Belegungsdichte ist der aus baulichen Gründen erforderliche Abstand der Zylinderlinsenelemente in jeder Strahlebene realisierbar.

Der besondere Vorteil der Erfindung besteht somit u. a. darin, daß unter Beibehaltung einer relativ einfachen Bauform die Verwendung einer Laserdiodenanordnung mit hoher Belegungsdichte und damit mit hoher Laserleistung möglich ist, ohne daß es durch Streustrahlung zu Verlusten kommt. Es sind daher auch unter Verwen-

derung der zur Verfügung stehenden Hochleistungskühlertechnologie Halbleiterdiodenlaser für höchste Leistungen realisierbar.

Die Erfindung bietet weiterhin den Vorteil, daß bei einer vorgegebenen Anzahl von Emittlern oder Emitttergruppen in einer Reihe durch entsprechende Wahl der Anzahl der Strahlebenen die Form des Fokuspunkts in einer angestrebten Weise gestaltet werden kann, daß beispielsweise ein runder oder nahezu runder Fokuspunkt möglich ist.

Bei einer einfachen Ausführungsform der Erfindung sind die Emittter oder Emitttergruppen nur in einer Reihe angeordnet. Bei der Erfindung ist es aber auch möglich, mehrere Reihen solcher Emittter oder Emitttergruppen in einer Koordinatenrichtung senkrecht zur Ebene der aktiven Schicht vorzusehen.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung wird in Folgenden anhand der Figuren an Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 in vereinfachter Darstellung und in Seitenansicht eine Laserdiodenanordnung mit mehreren, in einer Koordinatenrichtung senkrecht zur Zeichenebene dieser Figur (X-Achse) hintereinander angeordneten Emitttern oder Emitttergruppen und mit einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen optischen Anordnung zur Fokussierung der Strahlung der einzelnen Emittter in einem gemeinsamen Fokus;

Fig. 2 die Laserdiodenanordnung sowie die zugehörige optische Anordnung der Fig. 1 in Draufsicht, d. h. in einer gegenüber der Fig. 1 um 90° gedrehten Ansicht bei einer Ausführungsform, bei der in der X-Achse senkrecht zur Zeichenebene der Fig. 1 drei Emittter bzw. Emitttergruppen aufeinanderfolgend vorgesehen sind;

Fig. 3 eine Darstellung ähnlich Fig. 2, jedoch bei einer Ausführungsform, bei der parallel zur aktiven Schicht der Laserdiodenanordnung, d. h. in der X-Achse insgesamt sechs Emittter oder Emitttergruppen vorgesehen sind;

Fig. 4 und 5 in Darstellungen ähnlich Fig. 1 weitere, mögliche Ausführungsformen der Erfindung;

Fig. 6 in einer Darstellung ähnlich Fig. 1 eine weitere Ausführungsform, bei der in einer Ebene senkrecht zur aktiven Schicht übereinander mehrere Reihen von Emitttern oder Emitttergruppen vorgesehen sind, die in jeder Reihe senkrecht zur Zeichenebene der Figur hintereinander angeordnet sind, sowie eine optische Anordnung zur Fokussierung der Strahlung sämtlicher Emittter oder Emitttergruppen in einem gemeinsamen Fokus.

Die Fig. 1 und 2 zeigen eine Laserdiodenanordnung 1 in Form eines Laserdiodenchips, der der einfacheren Darstellung und Erläuterung wegen nur insgesamt drei Emittter oder Emitttergruppen 2 besitzt, die in Richtung der aktiven Schicht dieser Emittter in der X-Achse in einer Reihe aufeinanderfolgend und mit einem vorgegebenen Abstand a angeordnet sind.

Die einzelnen Emittter bzw. Emitttergruppen 2 liefern, wie oben ausgeführt wurde, eine Strahlung, die in der Ebene senkrecht zur aktiven Schicht (Zeichenebene der Fig. 1) wesentlich stärker divergiert als in der Ebene der aktiven Schicht (Zeichenebene der Fig. 2). Zum besseren Verständnis sind die Randlinien der Strahlen der drei Emitttergruppen 2 in den Fig. 1 und 2 jeweils mit S1, S2 und S3 bezeichnet.

Um die Strahlung der Emitttergruppen 2 voll nutzen zu können, ist es notwendig, diese Strahlung in einem gemeinsamen Punkt 3 zu fokussieren, und zwar derart, daß sich in beiden Ebenen, d. h. in der Ebene senkrecht zur aktiven Schicht der Emitttergruppen 2 und in der Ebene parallel zu dieser aktiven Schicht, ein möglichst gleich großer Fokusedurchmesser ergibt d. h. ein möglichst runder Fokuspunkt erzielt wird, wie dies beispielsweise für die Einspeisung der Strahlung am Punkt 3 in eine nicht dargestellte Faseroptik notwendig oder zumindest zweckmäßig ist.

Diese Fokussierung erfolgt mittels der in den Fig. 1 und 2 ebenfalls dargestellten optischen Anordnung. Diese besteht aus den nachfolgend angegebenen Elementen, die sich in der Reihenfolge der nachfolgenden Auflistung ausgehend von der Laserdiodenanordnung 1 in Richtung der optischen Achse der optischen Anordnung bzw. in Richtung der Z-Achse aneinanderanschließen, wobei bei der dargestellten Ausführungsform diese durch den Fokuspunkt 3 hindurchführende optische Achse in der Ebene der aktiven Schicht der Emitttergruppen liegt und senkrecht zu der X-Achse erfolgt:

- Zylindrisches Linsenelement oder Zylinderlinse 4 mit asphärischer Zylinderoberfläche;
- erster Prismenblock 6 mit mehreren in Richtung senkrecht zur optischen Achse sowie in der aktiven Ebene der Emitttergruppen 2, d. h. in der X-Achse hintereinander angeordneten Prismenelementen 6', deren Anzahl und Abstand der Anzahl der Emitttergruppen 2 und deren Abstand a entspricht;
- zweiter Prismenblock 7 mit insgesamt drei in einer Koordinatenrichtung senkrecht zur optischen Achse und senkrecht zur aktiven Ebene der Emitttergruppen 2 d. h. in der Y-Achse aufeinander folgend vorgesehene unterschiedlichen Prismenelementen 7';
- Zylinderlinsenordnung 8, die mehrere Zylinderlinsenelemente 8' aufweist, die mit ihren Zylinderachsen in der Koordinatenrichtung der Y-Achse angeordnet sind, und zwar bezogen auf diese Y-Achse in drei Ebenen übereinander und in der X-Achse von Ebene zu Ebene jeweils versetzt, und zwar um einen Betrag, der gleich dem Abstand a der Emitttergruppen 2 ist;
- Sammellinse 9, die rotationssymmetrisch zur optischen Achse bzw. Z-Achse ausgebildet ist und bei der dargestellten Ausführungsform eine bikonvexe Linse ist.

Anstelle der Sammellinse 9 kann auch eine andere optische Fokussiereinrichtung, beispielsweise eine mehrlin-sige Fokussiereinrichtung vorgesehen sein.

Die Wirkungsweise dieser optischen Anordnung läßt sich, wie folgt, beschreiben:

Der Laserstrahl S1—S3 jeder Emitttergruppe 2, der sowohl in der jeweiligen Ebene parallel zur aktiven Schicht, als auch in der jeweiligen Ebene senkrecht zur aktiven Schicht einen großen Divergenzwinkel aufweist, wird zunächst in der Ebene (Y-Z-Ebene) senkrecht zur aktiven Schicht durch die Zylinderlinsenordnung 4, die mit ihrer Zylinderachse in der X-Achse angeordnet ist, bis auf wenige mrad Divergenz kollimiert. Das Zylinderlin-

senelement 4 verfügt hierfür, wie oben ausgeführt, über ein asphärische Zylinderoberfläche. Die Abmessung des jeweiligen Laserstrahles beträgt nach der Kollimation beispielsweise 0,5 bis 1,5 mm. Der so in der jeweiligen Y-Z-Ebene senkrecht zur aktiven Schicht kollimierte Laserstrahl jeder Emittergruppe tritt in das für diese Emittergruppe vorgesehene Prismenelement 6' des ersten Prismenblockes 6 ein.

Die einzelnen Prismenelemente 6' sind so ausgebildet, daß sie in der Ebene senkrecht zur aktiven Schicht jeweils in unterschiedlicher Form eine Ablenkung des Laserstrahles bewirken, und zwar wird der Laserstrahl S1 der einen, außenliegenden Emittergruppe 2 durch das zugehörige Prismenelement 6' um einen spitzen Winkel, beispielsweise um einen Winkel von 10° bei der für die Fig. 1 gewählten Darstellung nach oben abgelenkt, der Laserstrahl S2 der mittleren Emittergruppe 2 erfährt durch das zugehörige Prismenelement 6' keine Ablenkung und der Laserstrahl S3 der anderen außenliegenden Emittergruppe 2 wird bei der für die Fig. 1 gewählten Darstellung um einen Winkel, d. h. bei dieser Ausführungsform um den gleichen Winkel wie der Strahl S1, beispielsweise um den Winkel von 10° , allerdings nach unten abgelenkt. Die Breite der Prismenelemente 6' in Richtung der X-Achse entspricht dabei genau dem Abstand a der Emittergruppen 2.

Die abgelenkten, in der Y-Z-Ebene kollimierten und in der X-Z-Ebene noch divergierenden Strahlen S1—S3 treffen auf den größeren, zweiten Prismenblock 7 bzw. jeweils auf ein dortiges für jeden Strahl S1—S3 und damit für jede Emittergruppe 2 gesondert vorgesehenes Prismenelement 7'. Die dem Prismenblock 6 zugewandten, senkrecht zur Y-Z-Ebene liegenden Flächen dieser Prismenelemente 7' sind so gegenüber der optischen Achse bzw. Z-Achse geneigt bzw. schließen einen solchen Winkel mit dieser Achse ein, daß sich im Prismenblock 7 in drei Strahlungsebenen übereinander parallele Laserstrahlen S1—S3 ergeben.

An der dem Prismenblock 6 abgewandten Seite des Prismenblock 7 ist die Zylinderlinsenordnung 8 vorgesehen, und zwar beispielsweise dadurch, daß auf dieser in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse (Z-Achse) liegenden Planseite des Prismenblockes 7 die einzelnen Halbzylinderlinsenelemente 8' in der oben beschriebenen Anordnung in drei Reihen übereinander aufgekittet sind. Jedes Zylinderlinsenelement 8' ist wiederum einem Strahl S1—S3 zugeordnet und bewirkt eine Kollimation dieses Strahles S1, S2 bzw. S3 in der X-Z-Ebene, so daß dann nach der Zylinderlinsenordnung 8 jeder Strahl sowohl in der X-Achse als auch in der Y-Achse kollimiert ist und die so kollimierten Strahlen S1—S3 mit der herkömmlichen Sammellinse 9 auf den gemeinsamen Fokus-Punkt 3 abgebildet werden können. Die plankonvexen Zylinderelemente 8 können sphärisch oder asphärisch sein.

Es versteht sich, daß die beschriebene optische Anordnung auch für Emitteranordnungen verwendet werden kann, die mehr als drei Emittergruppen aufweisen. In diesem Fall erhöht sich beispielsweise lediglich die Anzahl der Prismenelemente 6' und damit die Anzahl der in die drei Strahlebenen abgelenkten Strahlen S1—Sn, wobei dann im größeren Prismenblock 7 in jeder Strahlebene zwei oder mehr als zwei Strahlen nebeneinander vorgesehen sind und die Zylinderlinsenordnung 8 in jeder Ebene wenigstens zwei Zylinderlinsenelemente 8' aufweist, die in jeder Ebene einen Abstand voneinander besitzen, der gleich dem Abstand a der Emittergruppen an der Laserdiodenanordnung 1 multipliziert mit der Anzahl der Strahlebenen im Prismenblock 7 ist. Es versteht sich, daß weiterhin eine entsprechende Ausbildung der Prismenblöcke 6 und 7 auch mehr als drei Strahlebenen in der Y-Achse übereinander vorgesehen sein können, beispielsweise fünf Strahlebenen übereinander.

Fig. 3 zeigt in ähnlicher Darstellung wie Fig. 2 eine Ausführung, bei der die Laserdiodenanordnung 1a insgesamt sechs Emittergruppen 2 aufweist, deren Laserstrahlen durch den Prismenblock 6a so abgelenkt werden, daß sich innerhalb des Prismenblockes 7a wiederum drei Strahlebenen ergeben, die in der Y-Achse übereinander angeordnet sind, und zwar in jeder Strahlebene in Richtung der X-Achse nebeneinander zwei unabhängige Strahlen, nämlich in der oberen Ebene die Strahlen S1 und S1', in der mittleren Ebene die Strahlen S2 und S2' und in der unteren Ebene die Strahlen S3 und S3'. Die Anzahl der Prismenelemente 6' ist gleich der Anzahl der Emittergruppen. Die Anzahl der Prismenelemente 7' ist gleich der Anzahl der Strahlebenen. Darüber hinaus sind die Prismenelemente 6' so ausgebildet, daß der Strahl einer Emittergruppe 2 zusammen mit demjenigen Strahl in eine Strahlebene abgelenkt wird, der der in der Reihe der Emittergruppe folgenden n-ten Emittergruppe entspricht, wobei n die Anzahl der in der Y-Achse übereinander angeordneten Strahlebenen ist. Anstelle der Zylinderlinsenordnung 8 ist in der Fig. 3 die Zylinderlinsenordnung 8a verwendet, die in jeder Strahlebene zwei Zylinderlinsenelemente 8' aufweist, die von Strahlebene zu Strahlebene wiederum um den Abstand a in der X-Achse versetzt sind und in dieser Achse in jeder Strahlebene einen Abstand von $n \times a$ aufweisen.

Mit der erfindungsgemäßen Ausbildung wird bereits bei Aufteilung der Laserstrahlen der Emittergruppen auf zwei Strahlebenen eine wesentliche Verbesserung, insbesondere auch hinsichtlich der Fokussierung gegenüber bekannten optischen Anordnungen erreicht, die die Aufteilung der Laserstrahlen in verschiedenen Strahlebenen nicht vorsehen. Hierzu wird auf die nachfolgende Tabelle verwiesen. In dieser ist ein Vergleich des Abbildungsverhaltens einer Laserdiodenanordnung mit einer Länge von 10 mm in der X-Achse und mit einem Emitterabstand von 800 Mikrometer sowie einer Emitterbreite von 400 Mikrometer für drei unterschiedliche optische Anordnungen wiedergegeben, und zwar für eine Anordnung mit nur einer Strahlebene, d. h. ohne Ablenkung (1-Ebene), für die im Zusammenhang mit den Fig. 1—3 beschriebene Anordnung mit drei Strahlebenen (3-Ebene) sowie für eine optische Anordnung, bei der die Ablenkung in fünf in der Y-Achse übereinander angeordneten Strahlebenen erfolgt (5-Ebene).

Auf dem Laserdioden-Chip oder -Barren sind dreizehn Emittergruppen angeordnet. Um den Einfluß der ersten Kollimationsoptik, d. h. der Zylinderlinsenordnung 4 abzuschätzen, wird eine voller Divergenzwinkel von 20 mrad in der Y-Achse nach Transmission der Laserstrahlen durch diese Linsenordnung angenommen. Der Divergenzwinkel einer einzelnen Emittergruppe 2 bestimmt den Abstand der Zylinderlinsenordnung 8 bzw. der Zylinderlinsenelemente 8' von der Laserdiodenanordnung bzw. von dem Laserdiodenchip, da der ideale Abstand durch die Entfernung des Ortes der Überlagerung der Strahlung zweier Emittergruppen vom Laserdiodenchip vorgegeben ist. Der Divergenzwinkel in der X-Z-Ebene wird für die Berechnung mit 10° angenommen. Für die Fokussierung mit der Sammellinse 9 wird eine numerische Apertur von 0,2 zugrundegelegt, was der

üblichen numerischen Apertur für eine Faserkopplung in eine Quarzfaser entspricht. Der Öffnungswinkel beträgt dann 23°.

Tabelle

	1-Ebene	3-Ebene	5-Ebene
Brennweite Zylinderlinse 8 (mm)	2,28	11,43	20,57
Brennweite Sammellinse 9 (mm)	25,6	29,5	34,4
Vergrößerung	11,2	2,6	1,67
Fokusbereich in X-Achse (mm)	4,48	1,04	0,67
Fokusbereich in Y-Achse (mm)	0,51	0,59	0,69

Die vorliegende Tabelle bestätigt, daß bei einer optischen Anordnung mit nur einer Ebene aufgrund der sehr geringen Brennweite der "Slow-Achsen-Optik", d. h. der die Kollimation in der X-Achse bewirkenden Optik, die größte Ausdehnung des Fokus in dieser Achse liegt. Wird hingegen die Strahlung der Emittergruppen auf mehrere Strahl-Ebenen aufgeteilt, wie dies die Erfindung vorsieht, so kann ein erheblich geringer Fokusbereich erreicht werden, insbesondere auch in der X-Achse, wobei es bei einer entsprechenden Anzahl von Strahlebenen auch möglich ist, eine nahezu runden Fokuspunkt 3, d. h. gleiche Fokus-Durchmesser in der X- und Y-Achse zu erzielen.

Wesentlich ist bei der Erfindung auch, daß die Aufspaltung der Strahlen in die verschiedenen Strahlebenen auf jeden Fall bis zum Eintritt in die Zylinderlinsenanordnung 8 bzw. 8a abgeschlossen ist, so daß dann für diese Anordnung je nach Ausbildung (zwei oder mehr als zwei Ebenen) 10–20 mm als Brennweite zur Verfügung stehen. Bei einer Linsenhöhe von 1 mm, einem Abstand von 5 mm zwischen der Austrittsseite des jeweiligen Prismenelementes 6' und der Eintrittsfläche des jeweiligen Prismenelementes 7' und einem Brechungsindex von 1,5 dieser Elemente ergibt sich dann bei einer Verwendung von drei Strahlebenen ein Neigungswinkel der positiv und negativ abgeschrägten Flächen der Prismenelemente 6' von etwa 20°. Vermindert kann dieser Winkel werden z. B. durch einen höheren Brechungsindex der Prismenelemente 6' und 7', durch eine geringere Linsenhöhe der Linsenelemente 8' sowie durch einen größeren Abstand zwischen den Prismenblöcken 6 und 7.

Fig. 4 zeigt eine weitere, mögliche Ausführungsform, die sich von der Ausführungsform der Fig. 1 dadurch unterscheidet, daß anstelle von separaten Prismenblöcken 6 und 7 ein kombinierter Prismenblock 10 vorgesehen ist, der an seiner dem Zylinderlinsenelement 4 zugewandten Seite die Prismenelemente 6' und an seiner einer Zylinderlinsenanordnung 8b zugewandten Ausgangsseite die Prismenelemente 7' bzw. die entsprechenden Prismenflächen bildet. Die Zylinderlinsenanordnung 8b entspricht der Zylinderlinsenanordnung 8 oder 8a, ist aber getrennt von dem Prismenblock 10 vorgesehen und besteht aus diesem Grunde aus einer optisch neutralen Scheibe 11, auf die die Zylinderlinsenelemente 8' aufgekittet sind.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform, die sich von der Ausführung der Fig. 1 dadurch unterscheidet, daß anstelle des Prismenblockes 6 bzw. eines transparenten Elementes ein reflektierendes Element 12 vorgesehen, welches für jede Emittergruppe 2 unterschiedliche Reflexionsflächen 12' bildet, um wiederum die beschriebene Ablenkung der Strahlen S1–S3 bzw. S1–S3' in die unterschiedlichen Strahlebenen zu erreichen.

Fig. 6 zeigt schließlich eine Ausführungsform, bei der mehrere Laserdiodenanordnungen 1 oder 1a in der Y-Achse übereinander angeordnet sind, wobei jede Laserdiodenanordnung 1 oder 1a in der X-Achse wiederum eine Vielzahl von Emittlern oder Emittergruppen 2 besitzt.

Jeder Laserdiodenanordnung 1 oder 1a sind die Prismenblöcke 6 und 7 mit der Zylinderlinsenanordnung 8 zugeordnet, um die einzelnen Strahlen der Emittergruppen in unterschiedliche Strahlebenen, d. h. bei der für die Fig. 6 gewählten Darstellung wiederum für jede Laserdiodenanordnung in drei Strahlebenen aufzuteilen und dort sowohl in der X-Achse als auch in der Y-Achse zu kollimieren. Anstelle der Sammellinse 9 ist bei dieser Ausführungsform eine für sämtliche Laserdiodenanordnungen 1 bzw. 1a gemeinsame Sammellinse 13 vorgesehen, mit der die Laserstrahlen dann in dem gemeinsamen Fokuspunkt 14 zusammengeführt bzw. abgebildet werden.

Die Erfindung wurde voranstehend an Ausführungsbeispielen beschrieben. Es versteht sich, daß weitere Abwandlungen und Änderungen möglich sind, ohne daß dadurch der der Erfindung zugrundeliegende Erfindungsgedanke verlassen wird. So ist es möglich, anstelle von mehreren, jeweils eine Gruppe bildenden Emittlern

auch einzelne Emittter oder mehrere jeweils Untergruppen gebildete Gruppen in der gleichen Weise zu behandeln, wobei jede Untergruppe ihrerseits eine Vielzahl von Emitttern aufweist.

Bezugszeichenliste

- 5 1, 1a Laserdiodenanordnung
- 2 Emitttergruppe
- 3 Fokuspunkt
- 4 Zylinderlinsenanordnung
- 10 6, 7, 6a, 7a Prismenblock
- 6', 7' Prismenelement
- 8, 8a, 8b Zylinderlinsenanordnung
- 8' Zylinderlinsenelement
- 9 Sammellinse
- 15 10 Prismenblock
- 11 Scheibe
- 12 Reflexionselement
- 12' Reflexionsfläche
- 13 Sammellinse
- 20 14 Fokuspunkt

Patentansprüche

- 25 1. Optische Anordnung zur Abbildung mehrerer in einer oder mehreren Reihen angeordneter Emittter oder Emitttergruppen (2) einer Laserdiodenanordnung (1, 1a) in einen gemeinsamen Raumbereich oder Fokuspunkt (3, 14),
 - wobei die Emittter oder Emitttergruppen (2) einer Reihe mit ihrer aktiven Schicht in einer gemeinsamen Ebene (X-Z-Ebene) angeordnet sind und zwar mit einem vorgegebenen Abstand (a) in einer ersten Koordinatenrichtung (X-Achse), und
 - 30 — wobei die optische Anordnung umfaßt
 - eine erste von wenigstens einer Zylinderlinse gebildete Zylinderlinsenanordnung (4), die mit ihrer Zylinderachse in der ersten Koordinatenrichtung (X-Achse) angeordnet ist und die eine Kollimation der Laserstrahlen (S1—S3, S1'—S3') der Emittter oder Emitttergruppen (2) in jeweils einer ersten Ebene (Y-Z-Ebenen) senkrecht zur ersten Koordinatenrichtung (X-Achse) bewirkt, und
 - 35 — eine zweite Zylinderlinsenanordnung (8, 8a, 8b) zur Kollimation der Laserstrahlen (S1—S3; S1'—S3') in jeweils einer zweiten Ebene (X-Z-Ebene) senkrecht zur ersten Ebene (Y-Z-Ebene),
- dadurch gekennzeichnet,
 - daß die optische Anordnung noch Mittel (6, 6a, 7, 7a, 7b, 12) umfaßt, die die Laserstrahlen (S1—S3, S1'—S3') benachbarter Emittter oder Emitttergruppen (2) in der ersten Ebene (Y-Z-Ebene) derart umlenken, daß die kollimierten Laserstrahlen (S1—S3, S1'—S3') benachbarter Emittter oder Emitttergruppen (2) nach dem Durchtritt durch die zweite Zylinderlinsenanordnung (8, 8a, 8b) in unterschiedlichen, in der zweiten Koordinatenrichtung (Y-Achse) gegeneinander versetzten Strahlenebenen parallel zueinander vorliegen, und
 - daß alle Laserstrahlen (S1—S3, S1'—S3') durch eine Fokussieroptik (9, 13) in den gemeinsamen Raumbereich oder Fokuspunkt (3, 14) abgebildet werden.
- 45 2. Optische Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlenkmittel (6, 6a; 7, 7a, 7b, 12) im Strahlverlauf zwischen der ersten Zylinderlinsenanordnung (4) und der zweiten Zylinderlinsenanordnung (8, 8a, 8b) vorgesehen sind, und zwar derart, daß die Laserstrahlen (S1—S3; S1'—S3') bereits vor dem Eintritt in die zweite Zylinderlinsenanordnung oder in dort vorgesehene Zylinderlinsenelemente (8') parallel zueinander in den unterschiedlichen Strahlungsebenen angeordnet sind.
- 50 3. Optische Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Mittel zum Umlenken (6, 6a; 7, 7a, 7b; 12) der Laserstrahlen (S1—S3; S1'—S3') wenigstens zwei, vorzugsweise wenigstens drei Strahlenebenen gebildet sind.
- 55 4. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Zylinderlinsenanordnung (4) von wenigstens einer bikonvexen oder plankonvexen Zylinderlinse mit asphärischer Krümmung gebildet ist.
- 60 5. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zylinderlinsenanordnung (8, 8a, 8b) in den Strahlenebenen jeweils wenigstens ein Zylinderlinsenelement (8') aufweist, welches mit seiner Zylinderachse in der zweiten Koordinatenrichtung (Y-Achse) bzw. senkrecht zur zweiten Ebene (X-Z-Ebene) orientiert ist, und daß die Zylinderlinsenelemente (8') der zweiten Zylinderlinseneinrichtung (8, 8a, 8b) von Strahlenebene zu Strahlenebene jeweils um einen Betrag in der ersten Koordinatenrichtung (X-Achse) versetzt sind, der dem Abstand (a) der Emittter oder Emitttergruppen (2) einer Reihe entspricht oder zu diesem Abstand (a) proportional ist.
- 65 6. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zylinderlinseneinrichtung (8, 8a, 8b) bzw. deren Zylinderlinsenelemente (8') plankonvex ausgebildet sind.
7. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Umlenken der Laserstrahlen (S1—S3; S1'—S3') eine erste Prismenanordnung oder einen ersten Prismenblock (6, 6a) aufweist, der in der ersten Koordinatenrichtung (X-Achse) aufeinander folgend mehrere

Prismenelemente (6') aufweist, von denen jedes einem Emittor oder einer Emittorgruppe (2) zugeordnet ist und deren Mittelabstand in der ersten Koordinatenrichtung (X-Achse) gleich dem Abstand (a) der Emittor oder Emittorgruppen (2) einer Reihe ist, und daß die Prismenelemente (6') durch unterschiedliche Neigung von Prismen-Flächen, d. h. durch unterschiedliche Neigung von Lichteintritts- und/oder -austrittsflächen gegenüber der zweiten Ebene (X-Z-Ebene) oder der Ebene der aktiven Schicht eine unterschiedliche Ablenkung in der jeweiligen ersten Ebene (Y-Z-Ebene) bewirken. 5

8. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Umlenken der Laserstrahlen eine lichtreflektierende Anordnung oder ein lichtreflektierendes Element (12) aufweisen, welches in der ersten Koordinatenrichtung (X-Achse) aufeinanderfolgend mehrere reflektierende Flächen oder Bereiche (12) aufweist, deren Mittelabstand gleich dem Abstand (a) der Emittor oder Emittorgruppen (2) ist und die für eine unterschiedliche Ablenkung der Laserstrahlen (S1—S3; S1'—S3') in der ersten Ebene (Y-Z-Ebene) eine unterschiedliche Neigung gegenüber der zweiten Ebene (X-Z-Ebene) oder der Ebene der aktiven Schicht aufweisen. 10

9. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Umlenken der Laserstrahlen (S1—S3; S1'—S3') einen zweiten Prismenblock oder eine zweite Prismenanordnung (7, 7a, 7b) aufweisen, die im Strahlverlauf bzw. in Richtung einer die optische Achse der Anordnung bildenden dritten Koordinatenrichtung (Z-Achse) auf die erste Prismenanordnung (6, 6a) und/oder auf das Umlenkelement (12) folgt und welche für jede Strahlebene wenigstens ein Prismenelement (7') derart bildet, daß die abgelenkten Laserstrahlen (S1—S3; S1'—S3') in solche in den parallelen Strahlebenen umgelenkt werden. 15 20

10. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussier-Optik eine solche ist, die wenigstens eine rotationssymmetrisch zur dritten Koordinatenrichtung (Z-Achse) oder zur optischen Achse der Anordnung ausgebildete Sammellinse, beispielsweise wenigstens eine bikonvexe oder plankonvexe Sammellinse (9, 13) aufweist. 25

11. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Reihen von Emittoren oder Emittorgruppen (2) vorgesehen sind, daß für jede Reihe eine optische Anordnung bestehend zumindest aus der ersten Zylinderlinseneinrichtung (4), aus der zweiten Zylinderlinseneinrichtung (8, 8a, 8b) sowie aus den Mitteln zum Umlenken der Laserstrahlen benachbarter Emittor oder Emittorgruppen (2) in die verschiedenen Strahlebenen vorgesehen sind, und daß für sämtliche Reihen eine gemeinsame Fokussier-Optik (13) vorhanden ist. 30

12. Optische Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Reihen von Emittoren oder Emittorgruppen (2) vorzugsweise in der ersten Koordinatenrichtung (X-Achse) nebeneinander vorgesehen sind. 35

13. Optische Anordnung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Reihen von Emittoren oder Emittorgruppen (2) vorzugsweise in der zweiten Koordinatenrichtung (Y-Achse) übereinander vorgesehen sind. 40

14. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Zylinderlinsenanordnungen (8, 8a, 8b) sowie auch die zweiten Prismenanordnungen oder Prismenblöcke (7, 7a,) für sämtliche Reihen oder eine Gruppe von Reihen gestapelt zu einer optischen Baugruppe zusammengefaßt sind. 45

15. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die für sämtliche Reihen oder für eine Gruppe von Reihen gemeinsame Fokussier-Optik von wenigstens einer rotationssymmetrisch zu der optischen Achse der Anordnung oder zu der dritten Koordinatenrichtung (Z-Achse) ausgebildeten Sammellinse, vorzugsweise von einer bikonvexen Linse (13) gebildet ist. 50

16. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zylinderlinsenanordnung (8, 8a, 8b) bzw. deren Zylinderelemente (8') sphärisch ausgebildet sind. 55

17. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zylinderlinsenanordnung (8, 8a, 8b) bzw. deren Zylinderelemente (8') asphärisch ausgebildet sind. 60 65

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

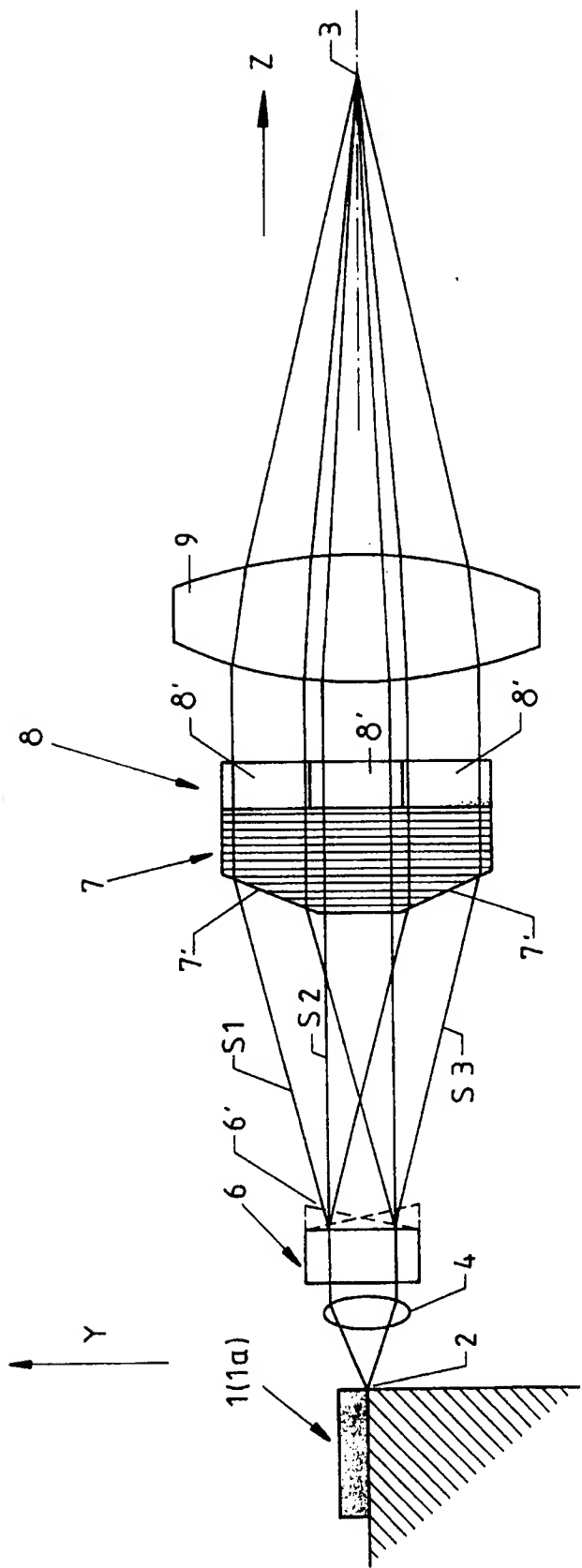


FIG. 1

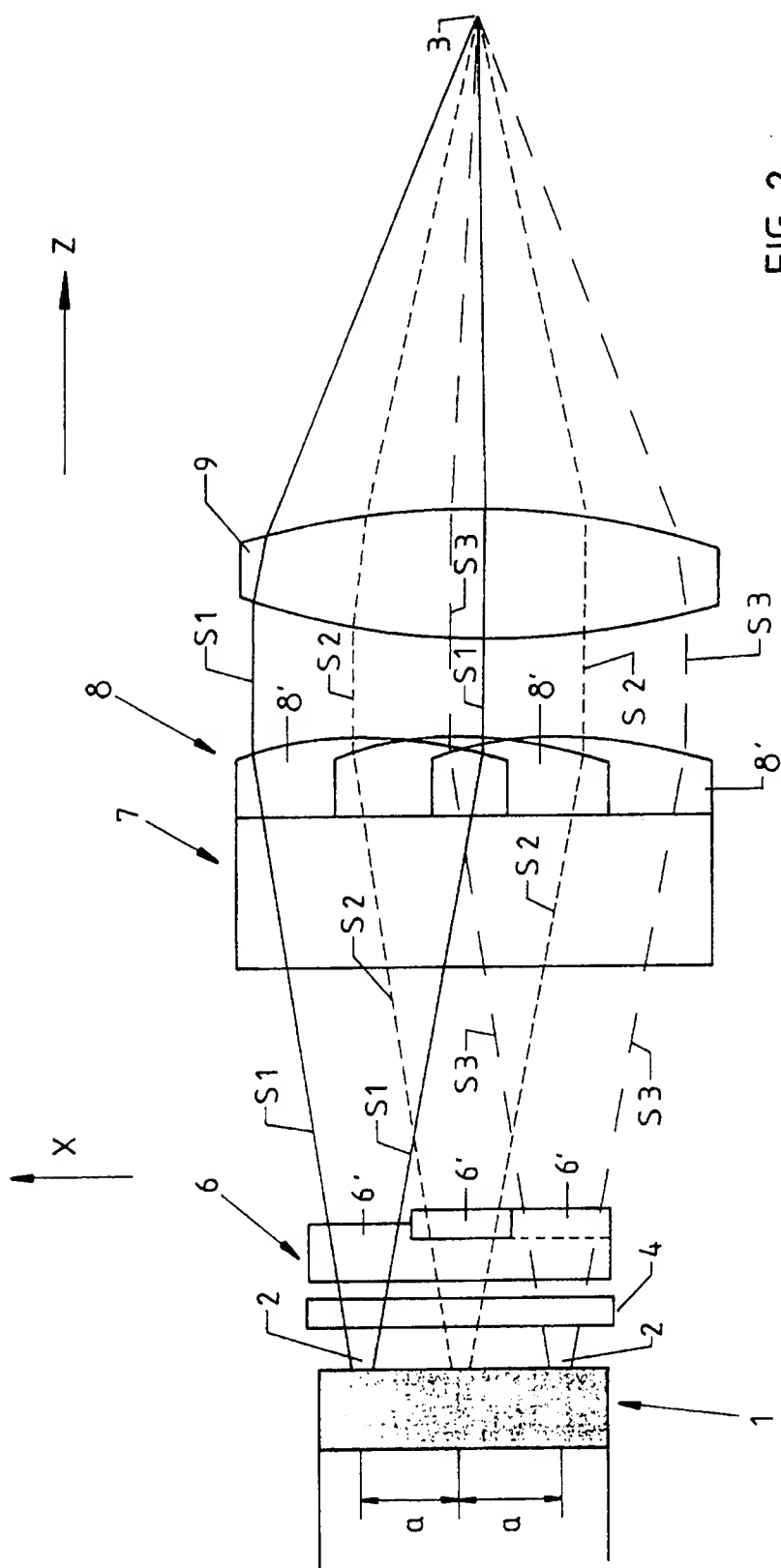
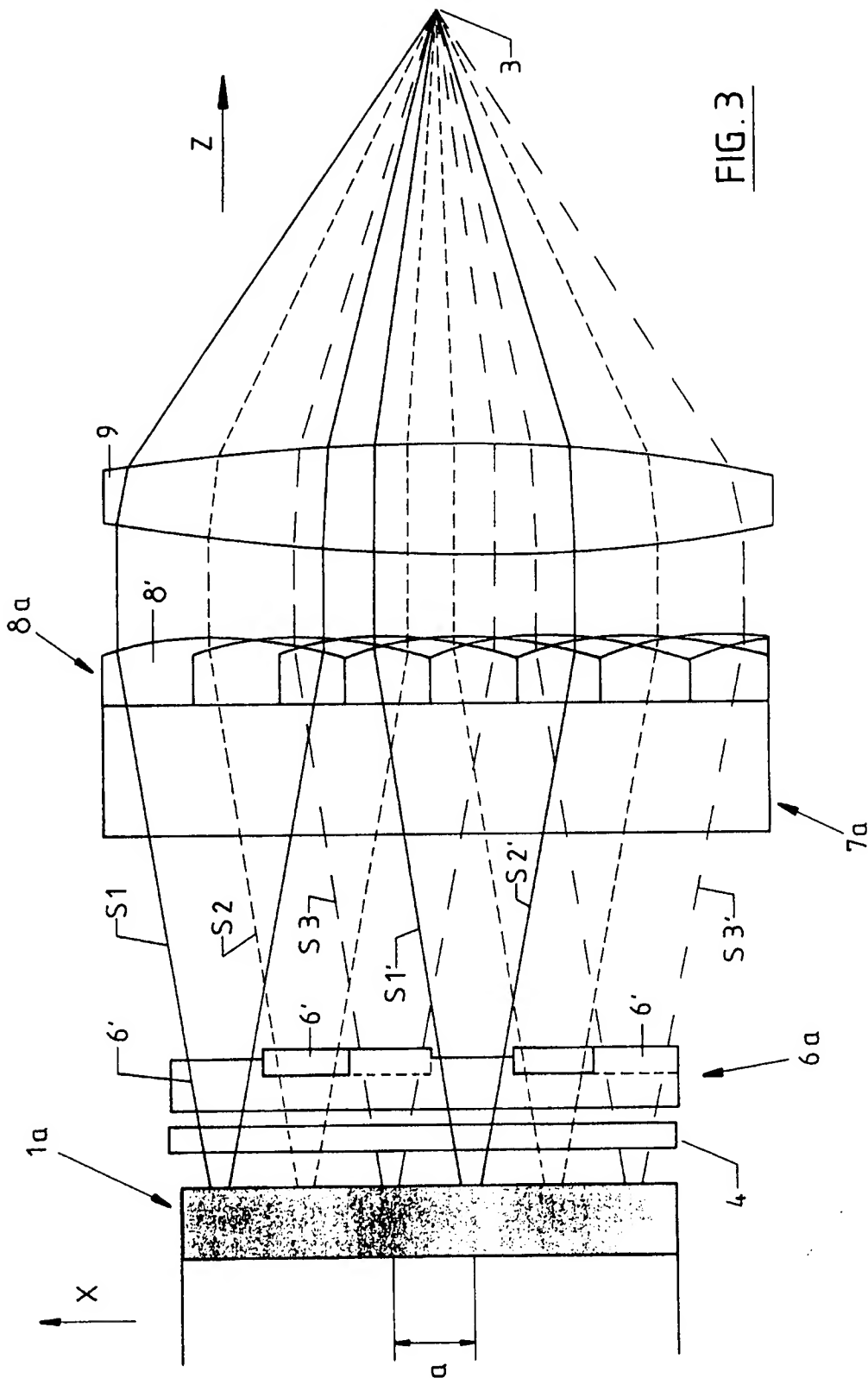


FIG. 2



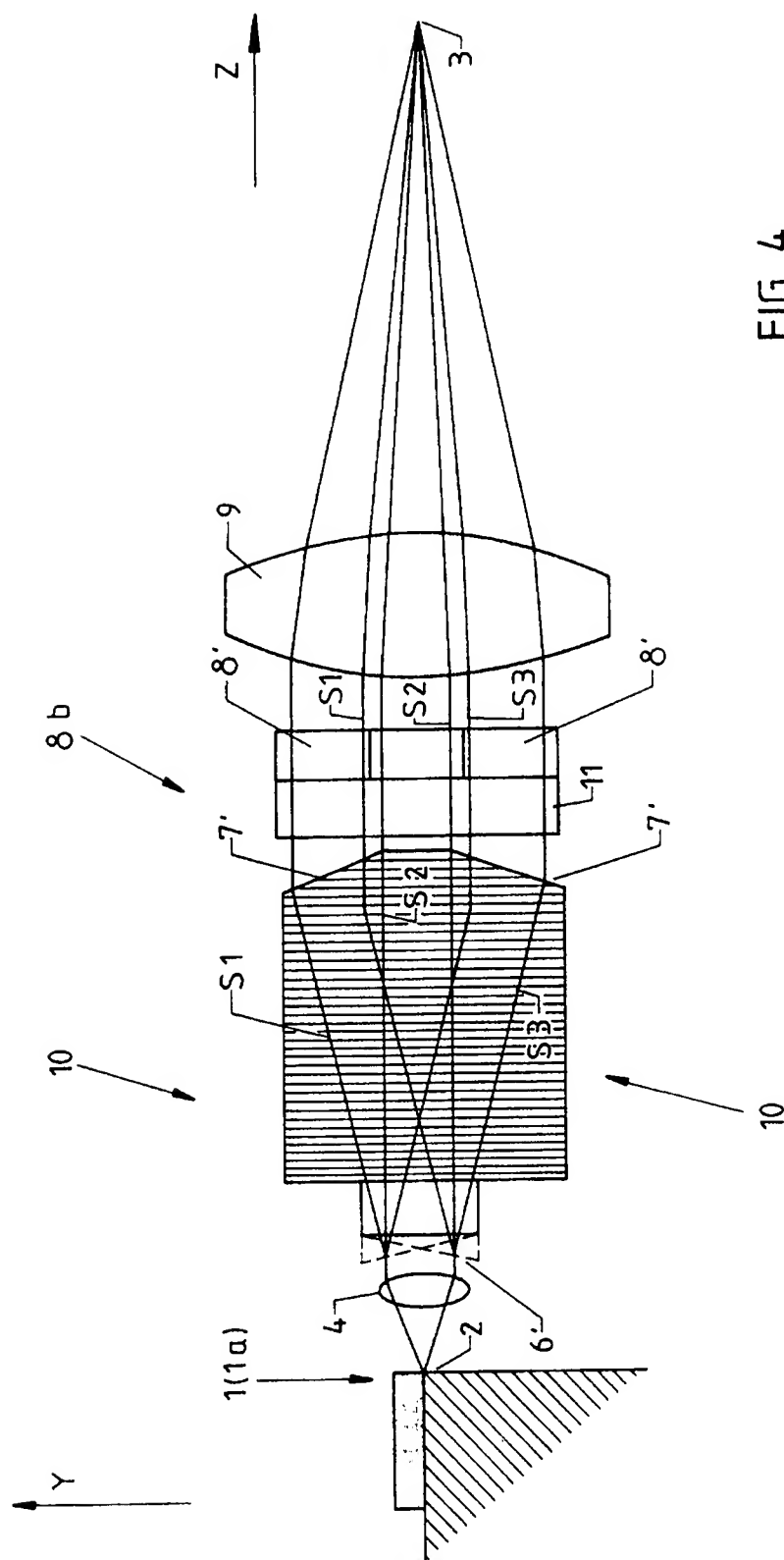


FIG. 4

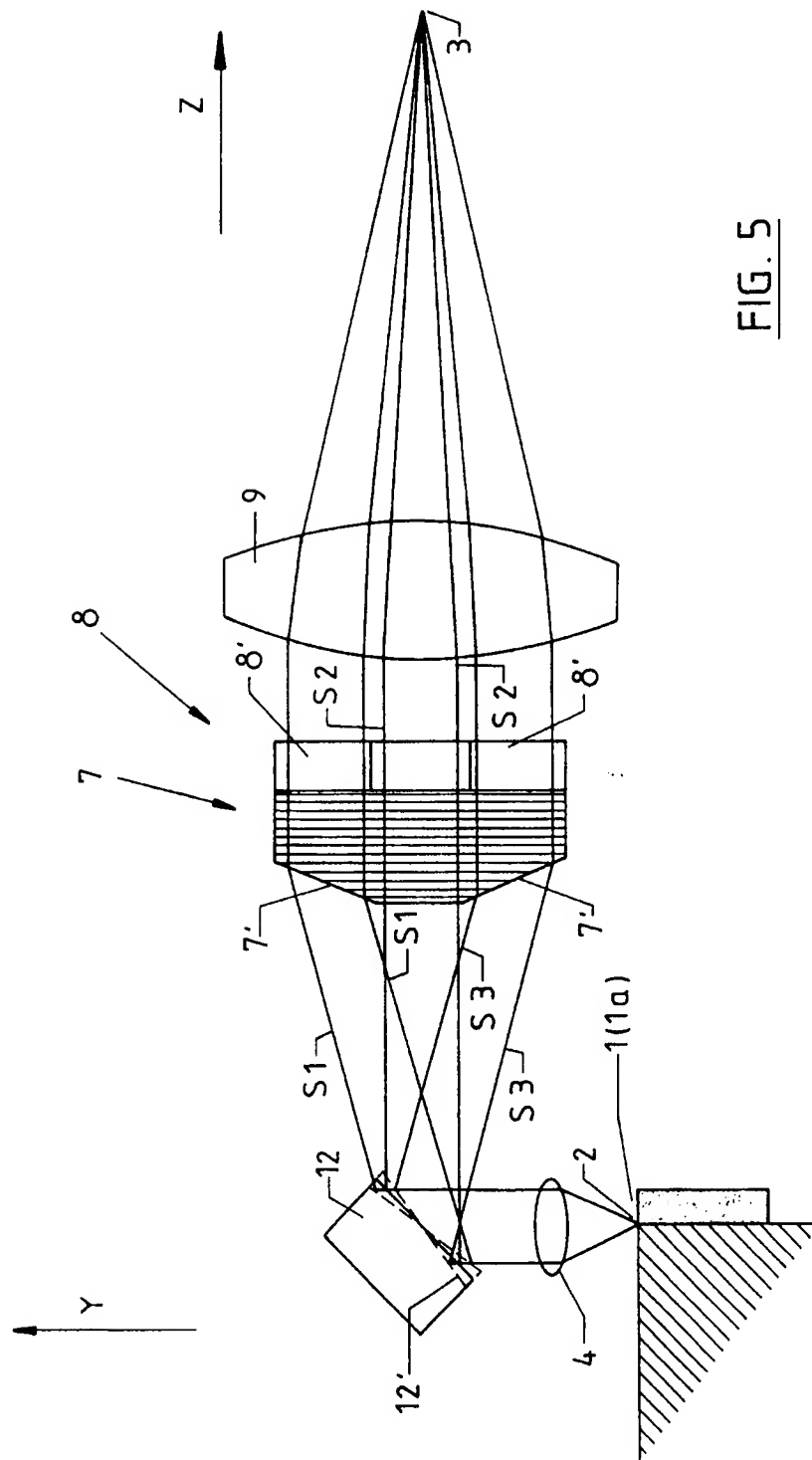


FIG. 5

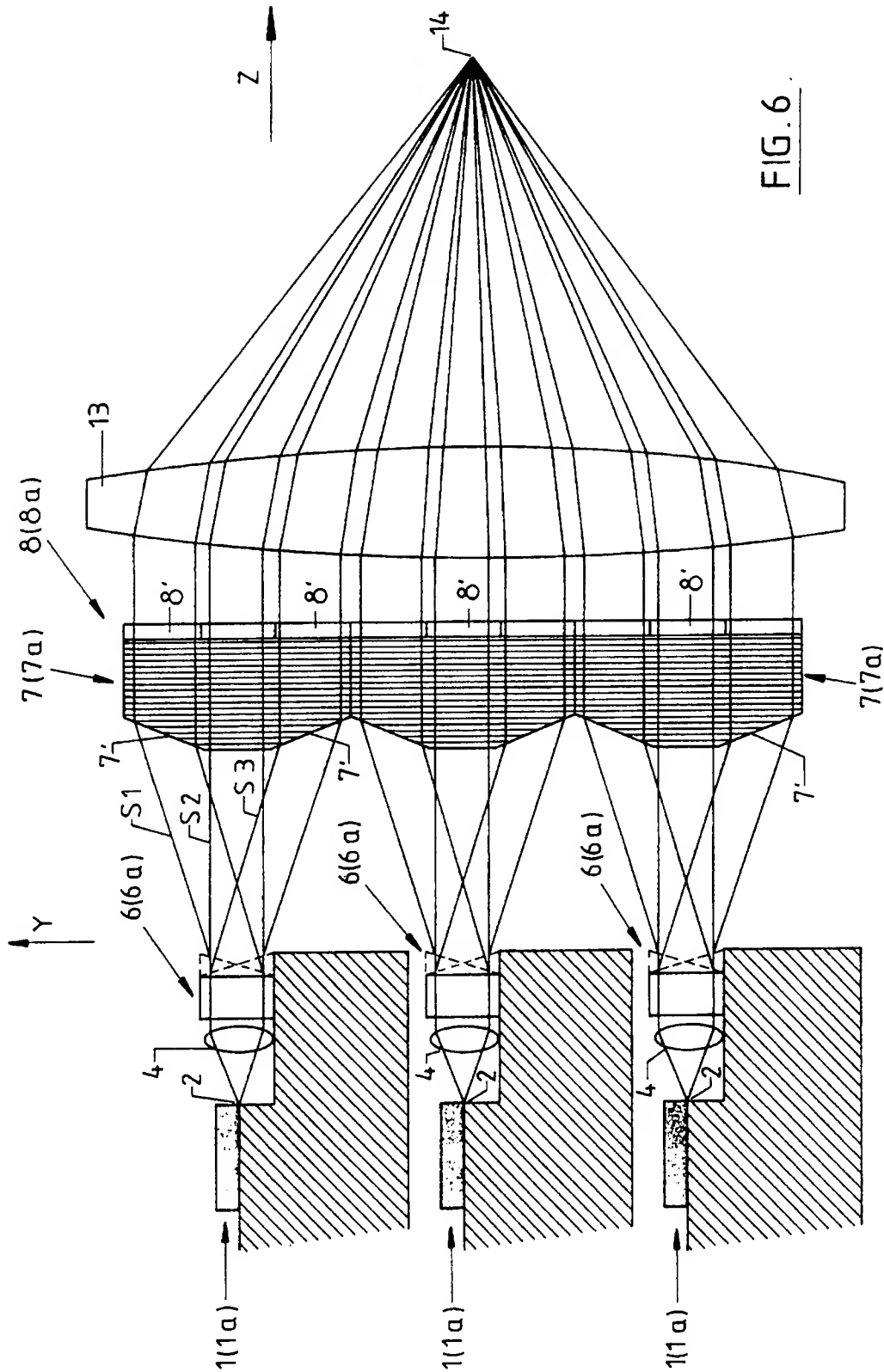


FIG. 6